Posebni otisak

iz „ŽIVOTA" god. 193__(x__),br.__



Jednostavna dinamistička atomistika Ruđera Josipa Boškovića

NOVA TEORIJA

U povijesti prirodnih znanosti i u povijesti filozofije poznat je Ruđer Josip Bošković kao autor naročite teorije o sastavu i o djelovanju tvari. Boškovićeva se teorija zove »jednostavna atomistika« ili »dinamistička atomistika« ili »jednostavna dinamistička atomistika«. Najznačajniji je ovaj zadnji naziv. Njime se označuju dvije osnovne odlike Boškovićeve nauke, koja je svakako samostalno izvedena i originalno izgrađena.

Bošković je u prvom redu *učenjak:* matematičar, fizičar, astronom, geodet. U svim tim granama znanosti pokazuje temeljito znanje, a njima se i najradije bavi. Ipak ga njegova rijetka spekulativna nadarenost potiče na daljnje razmišljanje, kao da traži zadnje zaokruženje i opravdanje svojih prirodoznanstvenih računa i nazora. I valja priznati, Bošković je dosljedan i dubok. Njegovo glavno djelo »*Philosophiae naturalis theoria redacta ad unicam legem virium in natura existentium*« (Beč 1758) ide za tim, da na osnovi prirodoznanstvenih konstatacija induktivnim zaključivanjem pronađe i opravda zadnji odgovor na pitanje o sastavu i o svojstvima tvari. U prvom se dijelu tumači i dokazuje sama teorija, koja se u drugom dijelu primjenjuje na mehaniku, a u trećem na fiziku.

Do svoje teorije došao je Bošković, kako sâm priznaje, sasvim *slučajno,* i to dok je istraživao matematičko-fizičke zakone. Ne radi se dakle o čisto aprioristićkim konstrukcijama, nego o teoriji, koja se osniva na prirodoznanstvenim činjenicama i koja je prema ondašnjem stanju znanosti u mnogom pogledu bila prokušana primjenom na mehaniku i gotovo cijelu fiziku.

NAUČNA SITUACIJA

Da ispravno prosudimo Boškovićev naučni rad, moramo ga prije svega idejno-historijski lokalizirati te promatrati u perspektivi ondašnje naučne situacije.*

---

* Opširnije, dokumentirano izlaganje vidi u Bogoslovskoj Smotri XXV (1937) br. 2, 173—190.

Već u staroj grčkoj filozofiji zastupali su Leukip i Demokrit pravi atomizam. Uvjetovan filozofskim pozicijama eleatizma i heraklitizma značio je ovaj atomistički sistem naročiti nazor na svijet: mehanički materijalizam. Prema njemu se sva stvarnost sastoji iz sitnih nevidljivih i nedjeljivih čestica (atoma), koje su kvalitativno potpuno istovrsne. Jedino se razlikuju oblikom, redom i položajem, dakle čisto geometrijski. Vatra i duša sastavljene su od okruglih atoma. Promjene u svijetu tumače se mehaničkim rastavljanjem odnosno sastavljanjem nedjeljivih atoma.

Novovjekovna atomistika nije više metafizička teorija, nego prirodoznanstvena hipoteza. Utoliko se ona već i ne odnosi na stvarnost kao takvu, nego samo na fizičko-kemijske činjenice. Katkad nailazimo i na psihički atomizam. U toj novoj naučnoj situaciji prirodoznanstveni pojam nije više istovjetan sa starim filozofskim pojmom o atomu. Njegovo je značenje prilično novo. Po staroj filozofiji prve su čestice statičke, a sve promjene mehaničke. Ovakvim shvaćanjem atoma nisu se novovjekovne prirodne znanosti mogle mnogo koristiti. Zato su počele prema različitim potrebama preudešavati svoju atomističku hipotezu. Newton i drugi smatrali su atome nosiocima izvjesne sile. Da bi mogli protumačiti djelovanje prvih čestica, morali su im pripisati privlačnu i odbojnu silu. Time su napustili statičko-mehanički značaj prijašnje (metafizičke) atomistike. Na mjesto mehaničke atomistike stupila je *dinamička atomistika*. Prema njoj se tvar može svesti na nedjeljive, silama nabijene čestice. No Newtonove bi dinamičke čestice bile protežne. Međutim, »nedjeljiva protežnost« jest protivurječje. Što je pretežno, to je u principu i djeljivo. Može biti da nemamo podesnih sredstava za stvarno fizičko dijeljenje, ali načelno je svaka protega djeljiva.

Trebalo je, dakle, ukloniti ovo protivurječje iz sistema dinamičke atomistike. Tu zadaću, kako ćemo vidjeti, prvi je primijetio i izvršio Ruđer *Bošković*. Na prvi se pogled doduše može činiti da to nije bila velika stvar, ali su posljedice ipak bile od epohalnog značenja i za klasičnu i za suvremenu fiziku. Bošković je sasvim napustio prostornu protežnost prvih čestica. Preostala mu je jednostavna dinamička neprotežnost. Prve su čestice tvari lišene svakoga statičkog momenta. Osnovni sastavni dijelovi materijalnoga svijeta nisu »čvrsti« elementi, nego potpuno neprotežne točkice, i to isključivo u smislu fizičkih sila. Tek djelovanjem ovih sila nastaje ona pojava koju zovemo protežnom materijom.

Tako je Bošković Newtonov dinamički sistem konačno zamijenio svojom *dinamističkom* atomistikom.

DINAMIZAM

Kako je Bošković došao do svoga sistema?

Pretpostavljaju se dvije stvari: zakon neprekidne postupnosti i zakon neproničnosti. Tumačenje fizičkih pojava ne smije doći u sukob s ovim principima.

Zamislimo sad dva jednaka tijela, koja se giblju u istom pravcu. Ono naprijed manjom brzinom, a ono koje ga slijedi većom brzinom. Morat će se dakle sudariti. Kad bi ovo zadnje tijelo sasvim nepromijenjenom brzinom došlo u neposredni dodir s prvim, trebalo bi da u istom času kad se dotaknu i jedno i drugo promijeni (prvo da poveća, a drugo da umanji) svoju brzinu »skokom«, to jest ne prolazeći kroz prelazne stupnjeve. No to je protiv zakona neprekidne postupnosti, a u sebi je i protivurječno i apsurdno. Uzmimo da se prvo tijelo giblje brzinom 6, a drugo brzinom 12. Poslije njihovog sudara imat će i jedno i drugo tijelo brzinu 9. Kad bi promjena brzine nastala skokom, to jest na početku samoga sudara u nedjeljivom vremenskom času, onda bi jedno te isto tijelo u samom trenutku promjene moralo imati dvije brzine: brzinu 6 i 9 odnosno brzinu 12 i 9. No kako bi se u isto vrijeme moglo gibati dvostrukom različnom brzinom? To je protivurječno i apsurdno. — Kad bi promjena brzine bila učinak odnosno posljedica samoga dodira, ali u neprekidnom prijelazu (u smislu zakona neprekidne postupnosti!), onda bi to zbivanje došlo u sukob sa zakonom neproničnosti. Jer kad bi promjena brzine nastala tek na osnovi ili poslije samoga dodira, i to u izvjesnom *neprekidnom* prijelazu, onda bismo nužno morali priznati proničnost tjelesa. Možda bi taj neprekidni prijelaz bio vremenski neznatan, tako da u konkretnom slučaju ne bismo ni mogli fizički ustanoviti stvarnu proničnost, ali matematički i logički ne bismo više mogli sumnjati o proničnosti tjelesa.

Da izbjegne ovu dvostruku poteškoću, zaključio je Bošković na opstojnost neke *sile* (dinamizam!), koja može prije samoga neposrednog dodira dvaju tijela izjednačiti brzine njihova gibanja. — Da bismo spasili zakon neprekidne postupnosti i zakon neproničnosti, moramo reći da se dva tijela ne smiju neposredno dotaknuti dok se giblju nejednakim brzinama. Njihove se brzine moraju prije aktualnog dodira mijenjati odnosno izjednačiti, tako da u času samoga dodira (sudara) već imaju jednake brzine. Ukoliko se tu

radi o promjeni nekog stanja, potreban je uzrok te promjene. Uzrok koji vodi do promjene stanja u smislu gibanja ili mira zove se sila. Postoji dakle neka sila, koja proizvodi neki učinak tamo gdje se dva tijela aktualno još ne dodiruju.

Bošković je sad pitao: Koja je *zakonitost* ovoj sili svojstvena?

Indukcijom zaključuje prvo da se radi o *uzajamnoj* sili, to jest o sili koja djeluje na oba tijela »s obje strane i jednako«. Tako se brzine oba tijela svedu na jednake brzine. Drugim riječima, ta sila djeluje na jedno tijelo tako da se njegova brzina poveća, a na drugo tako da se njegova brzina umanji. Proizvode se dakle dvije oprečne brzine. Kad bi te brzine bile same, udaljilo bi se jedno tijelo od drugog; ali jer su spojene s prijašnjim brzinama, to se ta dva tijela ne udaljuju jedno od drugog, već se samo jedno drugom manje približuje nego što bi se približilo u slučaju prvotnih nejednakih brzina. Imamo dakle *odbojnu* silu.

Iz toga izvodi Bošković ovaj zakon:

Kad se radi o najmanjim razmacima imamo odbojne sile. Ukoliko se razmak u beskonačnost smanjuje, utoliko su te odbojne sile intenzivnije i veće, tako da mogu kočiti i uništiti svaku brzinu kojom bi se jedna točka mogla približiti drugoj prije nego što između njih nestane svaki razmak. Raste li razmak, onda se postepeno smanjuju odbojne sile, tako da u izvjesnom razmaku odbojnost bude jednaka nuli. U još većem razmaku odbojna sila prelazi u privlačnu silu, ali opet tako da prvo naraste, pa se postepeno smanjuje te prestaje i prelazi iznova u odbojnu silu. Ova onda također prvo naraste, pa se smanjuje, prestaje i prelazi u privlačnu silu. I tako redom kroz više različnih razmaka. Konačno, u izvjesnom velikom razmaku, ta sila počinje da bude stalno privlačna.

ATOMIZAM

Dosad je među ostalim utvrđeno da se odbojna sila u beskonačnost poveća kad se razmak u beskonačnost smanjuje. Što je manji razmak, to je veća odbojna sila. Iz toga prije svega slijedi, da jedan dio tvari ne može biti neposredno pored drugoga. To sprečava odbojna sila, koja je u najmanjim razmacima vrlo velika. Ona, štoviše, ima baš tu zadaću da uništi svaku brzinu koja bi mogla uzročiti neposredni dodir. Ali iz toga ujedno slijedi, da prvi sastavni dijelovi tvari moraju biti sasvim *jednostavni*. Zbog velike odbojne sile u najmanjim razmacima nije naime pojmljivo, kako bi ti prvi dijelovi mogli biti sastavljeni iz više različitih čestica koje bi bile neposredno jedne pored drugih. Pa ako te čestice ne bi bile neposredno jedne pored drugih, onda bi zapravo one bile prvi dijelovi.

Prema tome ukoliko su prve čestice jednostavne moraju biti nedjeljive. Ali nedjeljive mogu biti samo onda, ako su *neprotežne*. Zato Bošković najradije govori o »točkama«, a ne o atomima ili česticama. Jer atom i čestica kao da uključuju pojam protežnosti. Možda su zbog toga svi dotadašnji zastupnici atomistike svojim neprotežnim jedinicama ipak stvarno pripisali neku nesavršnu protežnost, kako im prigovara Bošković.

Jesu li to samo fiktivne, čisto zamišljene točke? Nikako. One su realne, ne geometrijske nego fizičke jedinice, »nosioci« izvjesnih stvarnih dinamičkih svojstava.

Boškovićeve se neprotežne točke ne razlikuju kvalitativno, nego samo razmakom i položajem. Njihova je međusobna povezanost takva, da svaka pojedina točka promjenom svoga položaja izaziva sveopću promjenu. Ona se na taj način nalazi na novom mjestu, i to u odnosu prema svim ostalim točkama, a to znači sasvim novu konstelaciju.

Zašto su sve točke kvalitativno *istovrsne* ili *homogene?* Bošković odgovara: Jer su sve jednostavne, nedjeljive, neprotežne, dinamičke, pa jer konačno sve potpadaju pod isti zakon, pod zakon na kojem se osnivaju nepromičnost i gravitacija. Leibnizovi učenici prigovaraju da se nikad ne mogu naći ni dva potpuno jednaka ili slična lista. Kako bismo onda mogli protumačiti cijeli materijalni svijet kvalitativno istovrsnim jedinicama? Na to odgovara Bošković ovim primjerom. Zamislimo jednu veliku knjižnicu s mnogo knjiga različitog sadržaja na različitim jezicima. Sve su knjige, razumije se, napisane slovima. Zamislimo sad da slova nisu različni neprekidni geometrijski oblici, nego da su nastala sastavljanjem sitnih istovrsnih crnih točkica. Zamislimo dalje da su te točkice tako blizu jedna drugoj, da razmak između njih ne možemo opažati prostim okom, nego samo sitnozorom. Različnim položajnim kombinacijama takvih istovrsnih točkica postizavaju se različiti oblici slova, a slovima riječi, i to u različitim jezicima. I tako su cijele knjižnice sa svim svojim knjigama različitog sadržaja na različitim jezicima konačno samo različite položajne kombinacije nepregledno mnogih istovrsnih crnih točkica.

JEDNOSTAVNA DINAMISTIČKA ATOMISTIKA

Boškovićeva je teorija naročita sinteza naprijed izloženog dinamizma i atomizma, sinteza u smislu »*jednostavne dinamističke atomistike*«.

Sadržaj ove dinamističke teorije može se ukratko ovako prikazati. Prvi sastavni dijelovi tvari jesu samo jednostavne, nedjeljive, neprotežne, istovrsne, dinamičke (silama nabijene) točke. Sve te točke jednako potpadaju pod opći zakon uzajamnih sila, koje su u najmanjim razmacima odbojne, a u određenim velikim razmacima privlačne, dok u međurazmacima naizmjence prelaze iz odbojnih u privlačne i obratno. Sam pojav tvari kao i sva raznolikost tvarnih agregata potječe isključivo od različnih položajnih kombinacija spomenutih točaka. Zakon neproničnosti tvari i zakon neprekidne postupnosti važe općenito.

Boškovićeva je teorija *jednostavna*, jer se cijeli materijalni svijet tumači jednim jedinim, jedinstvenim zakonom sila, a ne mnoštvom sila različitih zakona. Ona je osim toga *dinamistička*, jer se prema njoj ne radi naprosto o nosiocima izvjesnih sila (to bi bio dinamički sistem), nego se tvar isključivo sastoji od samih sila. Ona je ipak *atomistika*, jer se te prve osnovne sile po svojoj arhitektonskoj izgradnji moraju smatrati sitnim neprotežnim središtima sila, upravo točkicama (atomima) sila.

U PERSPEKTIVI SUVREMENE NAUKE

Nietzsche je Boškovića poredio s Kopernikom. Naglasio je da su oni bili najveći i najnadmoćniji neprijatelji našeg osjetilnog znanja, a da su svojom novom naukom odnijeli najveću dotadašnju pobjedu nad osjetilima. Opažajno nam se naime čini da zemlja miruje i da se sunce kreće. Kopernik je protivno dokazao da sunce miruje a da se zemlja kreće. Opažajno nam se nadalje čini da je materijalni svijet protežan. Bošković je protivno izvodio da je protega materijalnoga svijeta prividna, a da se tvar konačno sastoji od samih neprotežnih točkica.

Uprkos tome je Bošković u povijesti filozofije i u povijesti prirodnih znanosti razmjerno malo poznat. U njima se mnogo više spominju imena onih koji su poslije Boškovića, dakako ponajviše neovisno o njemu, u principu zastupali sličnu teoriju. Tako u filozofiji Kant i Schelling, a u fizici Ampère, Cauchy, Fechner i drugi.

I suvremena se fizika u mnogom pogledu osniva na onom »tipu« teorije što ga je prvi postavio i zastupao Bošković. Prema suvremenoj fizici tvar nije statičko-mehanička čestica, nego je čvor energije na elektromagnetskom polju. Ona prema tome ima dinamičko-energetički, zapravo elektrodinamički značaj. Svaki se atom ima porediti s planetnim sistemom. Negativno nabijeni elektroni kruže (dinamizam!) oko pozitivno nabijene atomske jezgre. Svaki je atom jedan mikrokosmos. — Tvar nije mrtva (statička) supstanca, već naprotiv, ona je »dinamički agens«, »agens« koji je izvan prostora i vremena, a koji se sam sastoji od bezbroj jedinica (atomizam!). — Prema novoj Schrödingerovoj teoriji (1927) tvar je čista valovna energija; protoni i elektroni tek su »valovni paketi«. Do sličnih zaključaka vodi i Heisenbergova teorija. Bez obzira na svoju vrijednost, te nam najnovije teorije već svojom suvremenošću daju pravo da uvrstimo Boškovića ne samo među najveće učenjake svoga stoljeća, nego i među prve novovjekovne mislioce uopće.

Dr. Vilim Keilbach.

B I L J E Š K E

IZ BOŠKOVIĆEVE HRVATSKE PJESNIČKE OSTAVŠTINE.

Bošković je i hrvatski pjevao, dakako u dubrovačkom načinu. U uvodu pjesme, što ju je spjevao u čast Bezgrješnog Začeća Marijina, opisuje svoja astronomska opažanja ovako:

Noć bijaše, a nebesa
Vedra sa svieh strana sjahu,
Zviezde, pune svietla uresa,
Svuda zdrake prosipahu.

Sva, ka hode, laze i lete,
Nieme čete, vodne i morske,
Snom dubokim bjehu uzete,
Ptice, ovce, zvieri gorske.

Ljudski narod, u toj vrime,
Prostiraše sred pokoja
Na pernicam mekanime,
S danjeh truda, uda svoja.

Ne ja tako. — Nu držeći
Kantullu* uzku prid očima,
Kâ cklo bistro uzdržeći,
Čudnu u sebi kriepos ima.

Proz kû, u doba mukle noći,
Mû običaj sliedio sam:
Po svieh stranah, sa svom moći,
Nebeske ognje razbiro sam.

Od ovuda Saturnova
Kasna zviezda, sried u koga
Kruži prsten, i njegova
Družba oko njega istoga.

Gjove od onud gdi svietljaše,
Kazaše se meni u temu,
Svom svjetlošću blagom sjaše,
I kê druže zviezde njemu.

Mrkiem pasom nada svime
On se vidi opasani,
Za to medju sviem inime
Na njemu je razaznani.

*) = dalekozor

Marte, narav svoja to je,
Krvavljiem ognjem dosti
Tad na nebi svietlio je
I on takoj po svjetlosti.

Već u moru sakrivaše
Sasviem sunce zdrake svoje;
Merkurio jur bijaše
Zašo, običaj njemu kô je.

Još Danica ukazala
Ne bijaše zlatna čela,
Tmine u propas odtjerala,
A od istoči zoru izvela,

Kad zapanjen vidim toli
Čudnu od svud svjetlos sjati,
Nebo s gori, zemlju doli
U čas jedan obasjati.

Oči obrćem. — Ah! u temu
Kê vidjenje mene sreta!
Po komu je, sva u njemu,
Svies i pamet ma uzeta.

Ženskiem činom, puna uresa,
Neumrla ali slika.
Kojiem zdracim sred nebesa
Sjaše svjetlos nje velika!

Sunce zdrake prostiraše,
I okolo nje stojeći,
Oda svuda prikrivaše
Lice i snježane pleći.

Dvanes zviezda izabrane
Svietle zdrake puštavahu,
Sjajnom krunom prikazane,
Sjajno čelo obkružahu.

Pod nogami vidjaše se
Mjesec, kakav onda biva,
Kad po mieni ukaže se,
Tank, u način luka kriva.

Zmaj strahovit, oko koga
Na klupku se smotavaše,
Ter iz kruga ljušturnoga
Ostru kudu pruživaše.

On prigrdom gubicome
I očim plame izmetaše,
Nad njim nogom pribielome
Glavu otrovnu pritiskaše.

NEOPOZITIVIZAM.

Kako je Kantizam prije 40 g. bio oživio uz poklik »Natrag Kantu!« (Paulsen i drugovi), tako sada i Comteov[1] pozitivizam hoće da se pomladi. Ovo je zasluga skupine filozofâ, koji su se nazvali »Bečki krug« (Wiener Kreis). Tako se nazivlje, jer ga je osnovao *Hans Hahn*, profesor matematike na bečkom sveučilištu († 1934.). Za ovaj krug stekao je mnogo zasluga i *Moritz Schlick*, profesor istog sveučilišta, koga je u lipnju g. 1936. ubio neki njegov učenik, svršeni doktor. Schlick je okupio nekoliko profesora učenjaka, koji su se kod njega kroz par godina sastajali, da dva puta na mjesec čitaju i raspravljaju o »Tractatus logico - philosophicus« Ljudevita Wittgensteina. Kao članovi ovoga kruga istakli su se *Rudolf Carnap* (sada profesor filozofije na sveučilištu u Chicagu, pet godina prije toga na sveučilištu u Pragu) *Filip Frank* i *Oton Neurath*, koji je sada (u zatočju) u Hagenu i ondje upravlja u »Mundaneum Institute«

---

[1] A. Conte (1798—1857.); glavno mu je djelo: »Cours de philosophie positive«, 6 svezaka (1830—1842.).